

Japanese Patent Laid-Open No. 63-35761 (published on February 16, 1988)

Japanese Patent Laid-Open No. 63-35761 discloses a method for the hot workability of a phosphor bronze by setting predetermined temperature and working conditions during hot rolling. This method comprises the steps of: preparing a phosphor bronze containing 7 wt% or less of Sn, 0.002 wt% or less of Pb and 0.001 wt% or less of Bi; setting a preheating temperature before rolling of 650 to 750 °C, a preheating time before rolling of 0.5 to 8 hours, a rolling start temperature of 650 to 750 °C, a rolling end temperature of 550 °C or higher, and a draft of 10 % or less per one pass until the total draft exceeds 20 %; carrying out or doing not carry out an edger until the total draft becomes 25 % or more; and carry out an edger at least every time the total draft between edgers becomes 25 % or more.

Japanese Patent Laid-Open No. 61-130478 (published on June 18, 1986)

Japanese Patent Laid-Open No. 61-130478 discloses a method for the hot workability of a phosphor bronze by setting predetermined temperature and working conditions during hot working. This method comprises the steps of: hot-working the ingot of a phosphor bronze, which consists of 3 to 12 wt% of Sn, 0.01 to 0.5 wt% of P and the balance being Cu, at a working rate of 10 to 30 %; and thereafter, cooling the hot-rolled ingot to heat and hot roll it again.

Japanese Patent Laid-Open No. 2002-275563 (published on September 25, 2002)

Japanese Patent Laid-Open No. 2002-275563 discloses a method for improving the hot workability of a phosphor bronze by adding Fe, Ni, Co and Mn and by controlling the amount of elements for inhibiting the hot workability so that it is a very small amount. That is, Japanese Patent Laid-Open No. 2002-275563 discloses a phosphor bronze which contains: 0.5 to 8.0 wt% of Sn; 0.005 to 0.05 wt% of P; and 0.003 to 0.04 of one or more of Fe, Ni, Co and Mn; Pb, Bi, Sb, As and Se, the total amount of which is controlled to be 0.002 wt% or less; H the amount of which is controlled to be 0.0001 wt% or less; O the amount of which is controlled to be 0.003 %; and the balance being Cu and unavoidable impurities. This phosphor bronze contains 0.01 to 2.0 wt% if necessary.

Japanese Patent Laid-Open No. 2001-294957 (published on October 26, 2001)

Japanese Patent Laid-Open No. 2001-294957 discloses a method for improving characteristics by adding a predetermined amount of Sn to a Cu-Zn alloy. That is, Japanese Patent Laid-Open No. 2001-294957 discloses a Cu-Zn-Sn alloy for a connector and a method for producing the same. This copper alloy contains 23 to 28 wt% of Zn and 0.3 to 1.8 wt% of Sn, and the basic composition thereof satisfies the following formula:

$$6.0 \leq 0.25X+Y \leq 8.5$$

wherein X is Zn (wt%) and Y is Sn (wt%). When this alloy

is cast, after the alloy is cooled at a cooling speed of 50 °C/min or more in a temperature range being a liquidus line temperature of 600 °C or lower, the alloy is hot-rolled at a temperature of 900 °C or less, and thereafter, the cold rolling and annealing (300 to 650 °C) are repeated to control the crystal grain size to obtain a rolled bar which has a 0.2 % proof stress of 600 kN/mm<sup>2</sup> or more, a tensile strength of 600 N/mm<sup>2</sup> or more, a conductivity of 20 % IACS or more, a Young's modulus of 120 N/mm<sup>2</sup> or more, and a stress relaxation rate of 20 % or less.

Japanese Patent Laid-Open No. 2001-303159 (published on October 31, 2001)

Japanese Patent Laid-Open No. 2001-303159 discloses a method for improving characteristics by adding a predetermined amount of Sn to a Cu-Zn alloy. That is, Japanese Patent Laid-Open No. 2001-303159 discloses a copper alloy for a connector and a method for producing the same. The method comprises the steps of: preparing a copper alloy material which contains 20 to 41 wt% of Zn, 0.1 to 4.0 wt% of Sn, 0.1 to 5.0 wt% of Ni, 0.01 to 0.3 wt% of P, and the balance being Cu and unavoidable impurities, and which satisfies the formula  $5.0 \leq \text{Ni}/\text{P} \leq 50$  wherein Ni is the content of Ni (wt%) and P is the content of P (wt%), and the formula  $6.0 \leq 0.25X + Y \leq 12$  wherein X is Zn (wt%) and Y is Sn (wt%); heat-treating the copper alloy material at a temperature of 300 to 750 °C for 1 to 360 minutes; cold-rolling the heat-treated material at a working rate of 10 % or more; and heat-treating

the cold-rolled material at a temperature of 200 to 600 °C for 5 seconds to 180 minutes, to obtain a copper alloy which has a tensile strength of 600 N/mm<sup>2</sup> or more in rolling directions, a conductivity of 18 % IACS or more, a Young's modulus of 120 kN/mm<sup>2</sup> or less, and a spring limit value of 450 N/mm<sup>2</sup> or more.

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-35761

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)2月16日

C 22 F 1/08

A-6793-4K

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 リン青銅の熱間圧延方法

⑯ 特 願 昭61-181125

⑰ 出 願 昭61(1986)7月30日

|         |           |       |                      |
|---------|-----------|-------|----------------------|
| ⑱ 発 明 者 | 坂 本       | 敏 正   | 山口県下関市長府川端町1-2-13    |
| ⑱ 発 明 者 | 森         | 周 平   | 山口県下関市長府紺屋町1-32      |
| ⑱ 発 明 者 | 細 川       | 功     | 山口県下関市長府前八幡町2-15     |
| ⑱ 発 明 者 | 進         | 克 太 郎 | 山口県下関市長府東待町10番地      |
| ⑱ 発 明 者 | 山 口       | 節 夫   | 山口県下関市長府新松原町8-21     |
| ⑱ 発 明 者 | 井 上       | 強     | 山口県下関市長府川端2-4-25     |
| ⑱ 発 明 者 | 鎌 田       | 邦 夫   | 山口県下関市長府浜浦町26-16     |
| ⑱ 発 明 者 | 徳 永       | 宏 基   | 山口県下関市長府印内町1番B-303   |
| ⑲ 出 願 人 | 株式会社神戸製鋼所 |       | 兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号 |
| ⑳ 代 理 人 | 弁理士 福森 久夫 |       |                      |

明 細 書

1 発明の名称

リン青銅の熱間圧延方法

2 特許請求の範囲

1 銅を7重量%以下含み、

Pb:0.002%以下

Bi:0.001%以下

であるリン青銅を、圧延前予熱温度及び時間(650~750)℃×(0.5~8)時間、圧延開始温度を650~750℃とし、圧延終了温度を550℃以上とし、総圧下率が20%を超えるまでの1パス当りの圧下率を10%以下とし、総圧下率が25%以上となるまでは、エッジャーを行なうか又は行なわず、少なくともエッジャー間総圧下率が25%以上となった場合にはその都度ごとにエッジャーを行なうことを特徴とするリン青銅の熱間圧延方法。

3 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は熱間圧延リン青銅に関する。

〔従来技術〕

リン青銅としては表1及び表2に示すようにJISC5101、C5191、C5212、C5210等が知られている。

しかし、表1及び表2に示すリン青銅は熱間圧延中に耳割れ、表面割れが生じる。特にC5191、C5212、C5210についてはかかる割れが顕著である。

このため、かかるリン青銅の加工は、冷間圧延と焼鈍との繰り返しによって行なっている。しかし、かかる加工を行なうことは生産工数が多くなる。

そこで、熱間加工性の確保あるいは改善が試みられており、かかる試みとして従来次のものが知られている。

① 銅7%以下を含むリン青銅の圧延においてインゴットの表面、裏面および伸長する両側面の銅の傷折層を機械的に削り落したのち、エッジャーミルの角度を2度以内に設定した圧延機で熱間圧延したもの(特公昭54-30857号)。

② 合金組成を変えて、Sn:0.5~7.0、

P : 0.04%以下、Fe : 0.5~1.5%、  
Zn : 0.005~0.8%、残部Cu及び不可  
避不純物からなるリン青銅としたもの（特開昭5  
6-150149号）。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかし、上記①においては、面割が必要であ  
り、そのための工数がかかる。また、エッジアー  
をかける条件が必ずしも明確ではない。すなわ  
ち、各パス当りそのつど行なわなければならない  
のか、あるいは任意のパスについて行なうのか等  
が明確ではない。前者で行なうと、割れは発生し  
ないが生産性の低下を招く。また、後者で行なう  
と割れが発生したり発生しなかったりして安定し  
ない。

また、上記②は、必ずしも十分に耳割れ、表面  
割れを防止しえていない。

〔問題点を解決するための手段〕

上記問題点は、鉛を7重量%以下含み、

Pb : 0.002%以下

Bi : 0.001%以下

Bi : 0.001%以下

なお、リン青銅に不可避免的に含まれる他の不純  
物は一般に次の範囲であり、特に規制する必要は  
ない。

Mg : 0.003%以下

S : 0.02%以下

As : 0.001%以下

Sb : 0.001%以下

Mn : 0.025%以下

Ni : 0.03%以下

Cr : 0.01%以下

Zn : 0.20%以下（JISC5210）

H<sub>2</sub> : 1.5ppm以下

O<sub>2</sub> : 15ppm以下

また、Co、Feは熱間圧延性改善の効果があ  
るので、0.1%まで選択的に含有していてもよ  
い。

（圧延前予熱温度及び時間）

圧延前予熱温度と時間は、熱間圧延を阻害する  
Cu-P化合物、Cu-Sn(-P)化合物を消

であるリン青銅を、圧延前予熱温度及び時間を  
（650~750）℃×（0.5~8）時間と  
し、圧延開始温度を650~750℃とし、圧延  
終了温度を550℃以上とし、総圧下率が20%  
を超えるまでの1パス当りの圧下率を10%以下  
とし、総圧下率が25%以上となるまでは、エッ  
ジャーを行なうか又は行なわず、少なくともエッ  
ジャー間総圧下率が25%以上となった場合には  
その都度ごとにエッジャーを行なうことを特徴と  
するリン青銅の熱間圧延方法によって解決され  
る。

以下に本発明を詳細に説明する。

（化学成分）

Cu合金の中間温度脆性及び熱間割れには一般  
にBi、Pb等の不純物が強く影響する。これら  
の元素は、铸造時の結晶粒界及び再結晶粒界等に  
偏析し粒界強度を弱めるため、粒界割れ型の中間  
温度脆性、熱間割れを促進すると考えられる。

本発明においては、熱間割れを防止するため  
Pb、Biを以下のとおりとした。

Pb : 0.002%以下

減させ、かつ、結晶粒の異常成長、前記化合物の  
溶解を抑制する範囲に規制する必要がある。その  
ため、（650~750）℃×（0.5~8）時  
間の処理が熱間圧延性確保に必要である。

（圧延開始温度）

圧延開始温度は、特開昭56-150149号  
で例示の750~900℃では高すぎる。すなわ  
ち、750℃を超えると粒界割れが圧延初期に発  
生してしまう。また、650℃未満でも粒界割れ  
が圧延初期に発生してしまう。したがって、圧延  
開始温度は650~750℃とする。

（圧延終了温度）

200℃以上550℃未満の温度範囲は、中間  
温度脆性温度領域である。したがって、圧延終了  
温度をこの温度範囲とすると割れの発生を招く。  
したがって、650~750℃という圧延開始温  
度より100℃低い温度以上、つまり550℃以  
上とする。

このことは、高速の引張試験からも肯定され  
る。すなわち、第1図に、C5212であって、

Pb, Biが本発明に規定する範囲内にあるリン青銅材の高温引張(歪速度700%/min)における伸びの測定結果を示す。550℃未満、あるいは750℃を超えると伸びが30%以下と小さくなるのでこの温度において圧延を行なうと割れが発生することがわかる。

#### (圧下スケジュール)

本発明においては、総圧下率が20%を超えるまでの1パス当りの圧下率を10%以下とする。

なお、3~5%の圧下率が割れ防止上特に好ましい。

このように総圧下率が20%を超えるまでの1パス当りの圧下率を10%以下とする理由を説明する。

発明者は数々検討の結果、1パス当り10%以下の圧下率が割れ発生を防止することを見出した。

しかし、たとえば、140mm厚の鋳塊を14mm程度まで圧延するには数10パスが必要であり、全てのパスにつき10%以下の圧延を行なう

効果を有することが特公昭54-30657に示されている。しかし、圧延パススケジュールとの関係、すなわち、エッジアーを施す時期が示されておらず具体的ではない。

エッジアーによる耳割れ防止の効果は次のように考えられる。

第2図(a)に示す板にエッジアーを施すと、第2図(b)に示すように端部が盛り上ったドッグボーン形状になる。これを圧延すると第1図(c)に示すように平板となるが、ハッチの部分は他の部分より加工率が大きいので、圧延方法では圧縮応力が働くため、耳割れが発生しにくくなることによるものである。この効果はいつまでも続くものではなく、適宜エッジアーを繰り返さないといずれ耳割れが発生するような引張力が働くことになる。

リン青銅について、エッジアーの効果及ぶパス回数を検討したところ、総圧下率が25%までは幅を5~10mm程度小さくするエッジアー圧延の効果が継続することがわかった。

と圧延中に板の温度が550℃を割ってしまい粒界割れが発生しやすく、また、生産性の点で問題がある。

リン青銅の熱間圧延時の粒界割れは、鋳造時の粒径が大きいことも原因のひとつであり、圧延再結晶組織では割れが発生しにくいと期待される。そこで、前記10%以下のパスを繰り返したときの再結晶挙動を調査したところ、総圧下率が20%以上に達すると圧延再結晶組織が得られることがわかった。

圧延再結晶粒界は、鋳造時の結晶粒界とは異なり、1パスあたり15~30%好ましくは15~20%の圧下を繰り返してももはや粒界割れのおそれはない。したがって総圧下率20%までは、10%/1パス以下の圧下を行ない、20%を超えた時点で10%/1パス以上の圧下を行なえば、前記温度範囲での圧延作業が可能になるとともに、生産性の確保も可能となる。

#### (エッジアーミル)

リン青銅の圧延割れ防止にエッジアーの使用が

すなわち、エッジアーは平圧延のパス毎に繰り返す必要はなく、適宜省略しても良いが、少なくともエッジアー間総圧下率が25%以上となった場合にはその都度ごとに行なう必要がある。

#### [発明の実施例]

表3の成分のリン青銅を連鋳法で140×480mm<sup>2</sup>の鋳塊に鋳造した。不可避免的に発生する微細な表面欠陥をグラインダーで除去した。

鋳塊を700℃で1時間加熱したあと、ただちに第3図に示すスケジュールで圧延した。すなわち、まず、エッジアーにより断面形状をドッグボーンにし、3%の圧下を8回繰り返し、初期総圧下率を25%とし、再結晶させた。ねんのため耳割れを防止するため、4パス目の間でエッジアーを使用した。

再結晶後の圧下率は15~22%/パスの圧下に行っているが、エッジアー間の圧下率の累積が25%に達する前、すなわち、10と11パス目で、幅方向で5~10mmのエッジアーを施した。

第3図の例に示した圧下による上り板厚は15 mmであり、温度は620℃であった。

以上のようにして行なわれた熱間圧延においては耳割れ、表面割れは発生しなかった。

(第2実施例及び比較例)

第4図に、第3図で示した圧延スケジュールで圧延した場合のリン青銅の割れに及ぼすPb、Biと圧延開始温度の影響を示す。

第4図に示す合格領域は、熱間圧延終了後のスカルピング(0.1 mm)によって除去できる程度の割れよりも小さい割れしか起こらないことを示す。0.002% Pb-0.001% Bi材及び0.001% Pb-0.005% Bi材(実施例)は合格である。すなわち、熱間圧延可能であることがわかる。一方、0.004% Pb、0.002% Bi材(比較例)は不合格であることがわかる。

さらに、いずれの材料であっても熱間圧延開始温度が650~750℃の範囲外では不合格、すなわち、熱間圧延は不能あるいは困難であること

がわかる。

なお、第3図に示す圧延スケジュールにおいて圧延開始から終了までの温度低下は50~100℃と実測された。すなわち、温度降下の最大値は100℃であるので、本例において、650~750℃で熱間圧延を開始した場合の終了温度は550℃以上であり、本発明に規定する終了温度の範囲内であった。

(第3実施例及び比較例)

0.002% Pb-0.001% BiのC5212リン青銅につき、第5図に示す圧下スケジュールで熱間圧延を行なった。

第5図の白丸で示したものは本発明の実施例であり、5%(圧下率)×3パス→15%(圧下率)×2パス→20%(圧下率)×3パスなる圧下スケジュールで圧下を行なったものである。一方、第5図の黒丸で示したものは比較例であり、15%(圧下率)×3パス→20%(圧下率)×3パスなる圧下スケジュールで圧下を行なったものである。

このようにして圧延した場合における割れの発生を、圧延開始温度を横軸に、割れ指数を縦軸として第6図に示す。第6図において白四角で示したものは実施例であり、黒四角で示したものは比較例である。

第6図からわかるように実施例の場合には割れの発生は皆無である。

[発明の効果]

本発明によれば、耳割れ、表面割れを発生させることなく、生産性よくリン青銅の熱間圧延が可能になった。



表 1

| 合金番号  | 化学成分% |     |     |           |     |     |     |             |         |
|-------|-------|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-------------|---------|
|       | Cu    | Pb  | Fe  | Sn        | Zn  | Mn  | Ni  | P           | Cu+Sn+P |
| CS010 | ...   | ... | ... | 3.0 ~ 5.5 | ... | ... | ... | 0.03 ~ 0.35 | 99.5以上  |
| CS101 | ...   | ... | ... | 5.5 ~ 7.0 | ... | ... | ... | 0.03 ~ 0.35 | 99.5以上  |
| CS212 | ...   | ... | ... | 7.0 ~ 9.0 | ... | ... | ... | 0.03 ~ 0.35 | 99.5以上  |

表 2

| 合金番号  | 化学成分% |            |            |              |            |     |            |     |     |       |          |                |            |                |
|-------|-------|------------|------------|--------------|------------|-----|------------|-----|-----|-------|----------|----------------|------------|----------------|
|       | Cu    | Pb         | Fe         | Sn           | Zn         | Be  | Zn         | Mn  | Ni  | Ni+Cu | Ni+Cu+Fe | P              | Cu+Sn+P    | Cu+Be+Ni+Co+Fe |
| CS210 | ...   | 0.05<br>以下 | 0.10<br>以下 | 7.0<br>~ 9.0 | 0.20<br>以下 | ... | 0.20<br>以下 | ... | ... | ...   | ...      | 0.03<br>~ 0.35 | 99.7<br>以上 | ...            |

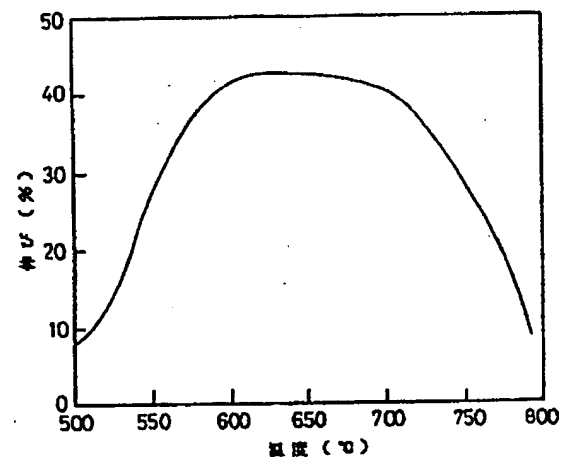
表 3

| 化学成分% |       |      |     |       |      |       |
|-------|-------|------|-----|-------|------|-------|
| Cu    | Pb    | Fe   | Sn  | Zn    | P    | Bi    |
| Be.2  | 0.001 | 0.04 | 7.8 | 0.015 | 0.05 | 0.001 |

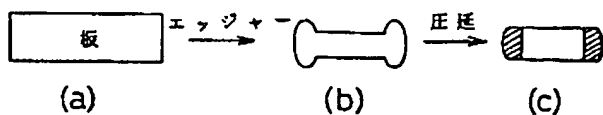
## 4 図面の簡単な説明

第1図は高速引張試験における温度と伸びとの関係を示すグラフである。第2図は、エッジ工程を説明するための概念図である。第3図は圧延スケジュールを示すグラフである。第4図は、化学成分を変えた場合における圧延開始温度と割れとの関係を示すグラフである。第5図は、圧下スケジュールを示すグラフである。第6図は、圧下スケジュールを変えた場合における圧延開始温度と割れとの関係を示すグラフである。

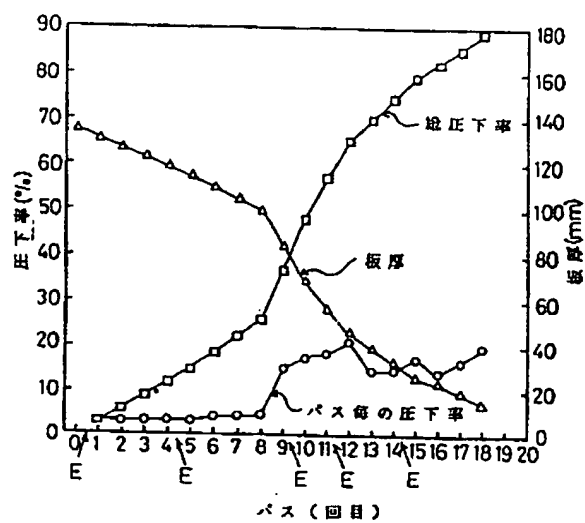
第 1 図



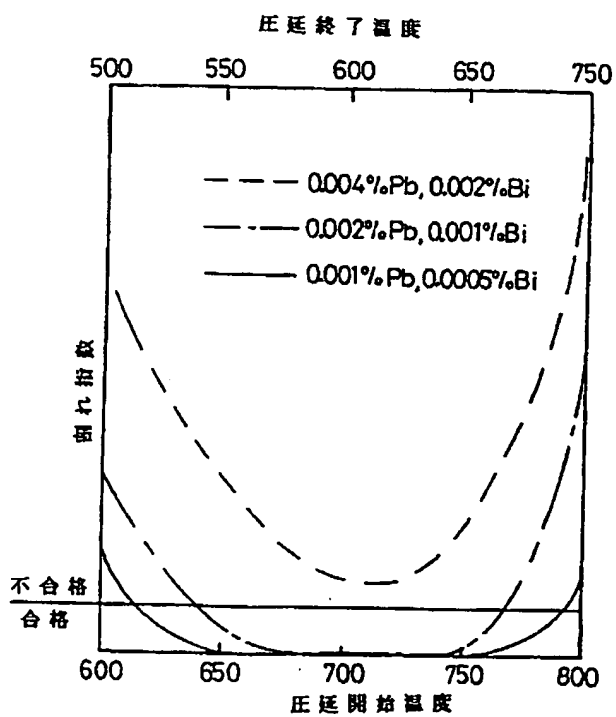
第 2 図



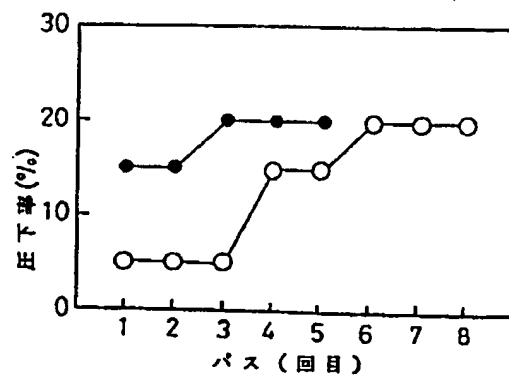
第 3 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図

